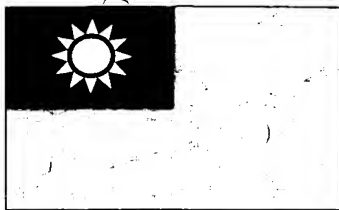


0987



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 12 月 12 日  
Application Date

申請案號：091136030  
Application No.

申請人：威凱科技股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 1 月 6 日  
Issue Date

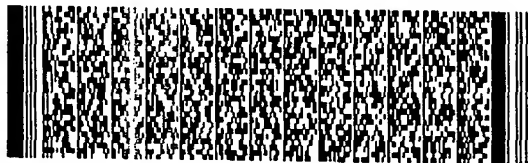
發文字號：09220010600  
Serial No.

|       |       |
|-------|-------|
| 申請日期： | IPC分類 |
| 申請案號： |       |

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

|                    |                       |  |
|--------------------|-----------------------|--|
| 一、<br>發明名稱         | 中 文                   | 光控電晶體之製造方法及其結構   |
|                    | 英 文                   |  |
| 二、<br>發明人<br>(共4人) | 姓 名<br>(中文)           | 1. 寺嶋一高<br>2. 徐順弘<br>3. 章炯煜  |
|                    | 姓 名<br>(英文)           | 1.<br>2.<br>3.   |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 日本 JP 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW   |
|                    | 住居所<br>(中 文)          | 1. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓<br>2. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓<br>3. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓 |
|                    | 住居所<br>(英 文)          | 1.<br>2.<br>3.   |
| 三、<br>申請人<br>(共1人) | 名稱或<br>姓 名<br>(中文)    | 1. 威凱科技股份有限公司  |
|                    | 名稱或<br>姓 名<br>(英文)    | 1. VTERA TECHNOLOGY INC.   |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 中華民國 TW   |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(中 文) | 1. 新竹市東區新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓<br>(本地址與前向貴局申請者相同)                                 |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(英 文) | 1.   |
|                    | 代表人<br>(中文)           | 1. 郭智輝   |
|                    | 代表人<br>(英文)           | 1.   |



|       |       |
|-------|-------|
| 申請日期： | IPC分類 |
| 申請案號： |       |

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

|                    |                       |                          |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| 一、<br>發明名稱         | 中 文                   |                          |
|                    | 英 文                   |                          |
| 二、<br>發明人<br>(共4人) | 姓 名<br>(中文)           | 4. 賴穆人                   |
|                    | 姓 名<br>(英文)           | 4.                       |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 4. 中華民國 TW               |
|                    | 住居所<br>(中 文)          | 4. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓 |
|                    | 住居所<br>(英 文)          | 4.                       |
| 三、<br>申請人<br>(共1人) | 名稱或<br>姓 名<br>(中文)    |                          |
|                    | 名稱或<br>姓 名<br>(英文)    |                          |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          |                          |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(中 文) |                          |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(英 文) |                          |
|                    | 代表人<br>(中文)           |                          |
|                    | 代表人<br>(英文)           |                          |



四、中文發明摘要 (發明名稱：光控電晶體之製造方法及其結構)

一種光控電晶體之製程，在矽基底上先形成磷化硼緩衝層，再形成第一氮化鋁層補償應力，接著，形成氮化鎵層以及 n 型氮化鋁層作異質接合，再進行氮化鎵系材質之選擇性磊晶或異向性蝕刻，形成具立方晶格之稜鏡狀受光層，稜鏡狀受光層聚集入射光光束後，激發 n 型氮化鋁層的電子，並於氮化鎵層中形成高速二維電子流，提高光控電晶體之功率及靈敏度。

伍、(一)、本案指定代表圖為：第 2D 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

|             |            |
|-------------|------------|
| 200：矽基底     | 202：緩衝層    |
| 204：氮化鋁層    | 206：氮化鎵層   |
| 208：n 型氮化鋁層 | 212a：源極電極  |
| 214a：汲極電極   | 216：稜鏡狀受光層 |
| 220：二維電子氣   |            |

陸、英文發明摘要 (發明名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種光控電晶體之製造方法及其結構，且特別是有關於一種在源極 (Source) 電極與汲極 (Drain) 電極之間形成稜鏡 (Prism) 狀受光層以取代閘極 (Gate) 電極之光控電晶體的製造方法及其結構。

### 【先前技術】

在二十一世紀，資訊社會邁入兆位元時代。光電科技在兆位元資訊的傳輸、處理、儲存及顯示上均扮演著關鍵性的角色，而光電積體電路 (Optoelectronic Integrated Circuit; OEIC)，即是一種將多個光學元件及電子元件集中設計在同一個基板上的製程技術，由於其可將元件體積縮小，並降低製造成本，增加操作穩定度，於是成為光電科技中一項很有發展潛力的技術。

請參考第 1 圖，係為美國專利案號 US6355945 所揭露的一種光電積體電路結構剖面圖。如第 1 圖所示，傳統的光電積體電路通常是在砷化鎵 (GaAs) 材質的基板 11 上，形成一個光二極體 (Photodiode) 12 作為光學電路區，以及一個金屬半導體場效電晶體 (Metal Semiconductor Field Effect Transistor; MESFET) 14 作為電子電路區，其中光二極體 12 係由 n 型氮化鎵 (GaN) 層 12a 及 p 型氮化鎵層 12b 所組成，而 MESFET 14 則包括源極電極 14a、閘極電極 14b 及汲極電極 14c。導線 16 連接於光二極體 12 之 n 極電極 18a 與 MESFET 14 之閘極電極 14b 之間，用以對光學電路區及電子電路區作電性連接。



## 五、發明說明 (2)

當入射光 19 由光二極體 12 的 p 型氮化鎵層 12b 接收後，會在光二極體 12 中產生光電流，轉換成電訊號，經由導線 16，提供閘極電極 14b 之電壓，同時在源極電極 14a 與汲極電極 14c 的偏壓下，產生光電開關的作用。

在實際的製程中，係利用熱擴散或離子植入法，在砷化鎵基板 11 的一部份之中依序形成 n 型矽底材 13 以及 p 型源極區 15 與 p 型汲極區 17，再利用微影、蝕刻方式形成源極電極 14a、閘極電極 14b 及汲極電極 14c，便完成 MESFET 14 之製程，接著，在砷化鎵基板 11 的另一部份上另外依序形成 n 型氮化鎵層 12a 及 p 型氮化鎵層 12b，再利用微影、蝕刻方式形成 n 極電極 18a 及 p 極電極 18b，完成光二極體 12 之製程。由於氮化鎵層 12a 與砷化鎵材質的基板 11 的晶格不匹配 (Lattice Mismatch) 相當大，很容易在氮化鎵層 12a 磊晶時形成晶格缺陷 (Lattice Defects)，所以在基板 11 上先沉積一層氧化鋅 (ZnO) 材質的緩衝層 (Buffer Layer) 10，由於氧化鋅材質與砷化鎵基板 11 的晶格不匹配較低，氮化鎵層 12a 便能較佳地長在砷化鎵基板 11 上。

然而，由第 1 圖可知，傳統的光電積體電路係利用光二極體 12 來接收入射光 18，並轉換為電訊號，用以控制 MESFET 14 之閘極電極 14b；在整個製程上，等於是入射光 19 必須先經過一個光二極體 12，再經由閘極電極 14b，控制 MESFET 14 之開關，整整多了一個形成光二極體 12 之步驟，浪費積體電路可用之空間，也增加製造成本。

再者，利用光二極體 12 接收入射光 19 以產生光電流，



### 五、發明說明 (3)

會有電流不穩定問題，進而造成 MESFET 14 閘極電極 14b 之電壓不穩，而且光電流所產生的閘極電壓必須大於啟始電壓，才能產生汲極電流，皆影響整個光電元件的光控靈敏度。

另外，如第 1 圖所示，由於 MESFET 14 係利用閘極電極 14b 底下經摻雜的 n 型矽底材 13，來增加其導電性，而這些摻雜的雜質 (Impurity) 卻會造成通道中電子運動的阻礙，因而降低其移動率 (Mobility)，在光電元件朝高增益、高功率、高頻率之應用發展時，確實形成很大的限制。一種高電子移動率電晶體 (High Electron Mobility Transistor; HEMT) 便是利用兩種不同帶隙 (Band Gap) 能量的氮化鎵系材質作異質接合 (Hetero Junction)，於兩材質之接面處因能帶補償 (Offset)，產生一個狹窄的位能井，使得自由電子可以在此位能井中無阻礙地高速運動，形成所謂的二維電子氣 (Two Dimensional Electron Gas; 2DEG)，可應用於高頻率及高功率之元件。然而，HEMT 電晶體仍是以閘極來控制汲極電流，在一般光電元件中光控電晶體之設計，卻未能將這種 2DEG 的特性加以應用。

### 【發明內容】

有鑑於此，本發明的目的就是在提供一種光控電晶體，利用源極與汲極之間稜鏡狀受光層的設計，由電晶體本身直接接收入射光，並產生聚光效果，再於異質接合的氮化鎵系材質界面產生二維電子氣，以增加光控之靈敏





#### 五、發明說明 (4)

度，並提高光控電晶體之功率及效能。

根據本發明的目的，提出一種光控電晶體之製造方法，其簡述如下：

首先，形成矽基底，利用鹵化物氣相磊晶法，形成磷化硼緩衝層，接著，利用金屬有機化學氣相沉積法，依序形成第一氮化鋁層、氮化鎵層以及 n 型氮化鋁層，利用金屬有機化學氣相沉積法，形成第二氮化鋁層，再利用微影及蝕刻方式，形成源極電極區及汲極電極區，接著，對第二氮化鋁層進行蝕刻，以形成稜鏡狀受光層，最後，形成源極電極與汲極電極。其中稜鏡狀受光層聚集入射光光束後，於 n 型氮化鋁層中產生光電子，再落入氮化鎵層中形成高速二維電子氣，可提高光控電晶體之功率及效能。

根據本發明的目的，提出一種光控電晶體之結構，其結構包括：矽基底、形成於矽基底上的磷化硼緩衝層，形成於磷化硼緩衝層上的第一氮化鋁層、形成於第一氮化鋁層上的氮化鎵層、形成於氮化鎵層上的源極電極、n 型氮化鋁層以及汲極電極，以及形成於 n 型氮化鋁層上的稜鏡狀受光層，其中 n 型氮化鋁層位於源極電極與汲極電極之間，且稜鏡狀受光層具有聚光作用，可有效增加光控電晶體的靈敏度。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

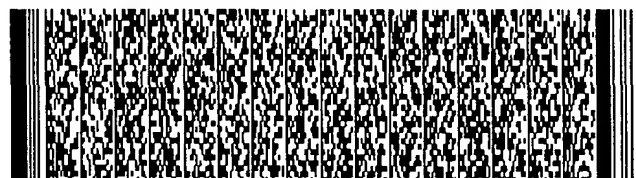


【實施方式】

如上所述，為了在電晶體的源極與汲極之間形成一層稜鏡狀的受光層，本發明的特點就是在矽基板上先長一層磷化硼 (BP) 作緩衝層，再繼續長氮化鎵系材質，即可以形成具有立方晶格 (Cubic Lattice) 的氮化鎵系層，由於立方晶格具有  $\langle 100 \rangle$  與  $\langle 111 \rangle$  晶面，利用磊晶或蝕刻方式皆易於形成出如稜鏡狀的受光層，因此可提高本發明之電晶體的光控靈敏度。

請參照第 2A 圖，為了形成具有立方晶格之氮化鎵系材質，本發明之光控電晶體係於矽基底 200 之  $\langle 100 \rangle$  晶面表面，先形成一層磷化硼材質之緩衝層 202，再接著形成一層氮化鋁 (AlN) 層 204。其中緩衝層 202 係利用鹵化物氣相磊晶法 (Halide Vapor Phase Epitaxy) 形成，於  $H_2$  氣體中，將矽基底 200 加熱至約  $900^\circ C$ ，以  $H_2$  作為承載氣體 (Carrier Gas)，氮化硼 (BCl) 與氮化磷 (PCl) 或氮化硼與磷化氫 (HP) 作為前驅物。先於溫度約  $300^\circ C$  上下進行低溫磷化硼層磊晶，其厚度約為  $400\text{nm}$ ，再於溫度約  $1000^\circ C$  上下進行高溫磷化硼層磊晶，反應約 60 分鐘，其厚度約為  $4560\text{nm}$ 。

另外，氮化鋁層 204 係為了避免上述矽基底 200 與緩衝層 202 之晶格不匹配所產生的線缺陷 (Line Defects)，用以補償接下來磊晶的半導體層之內部應力 (Strain)，以形成較佳的晶格結構，可利用金屬有機化學氣相沉積法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD)，以甲基



##### 五、發明說明 (6)

聯胺與三甲基鋁為前驅物，首先，供應氮氣與氮氣，溫度約為  $350^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ ，開始供應 MMH。經過約 3 分鐘後，開始進行第一次 TMG 供應，時間約為 20 分鐘。接著，停止 TMG 供應，經過約 5 分鐘，將反應室溫度升高至  $800^{\circ}\text{C}$ ，期間保持 MMH 供應。接著，於相同溫度進行第二次 TMG 供應，時間約為 60 分鐘。期間保持 MMH 供應。最後，先停止 MMH 與 TMG 之供應，於相同溫度下保持一段時間，約 30 分鐘，再將溫度降至室溫，才完成氮化鋁磊晶，其中氮化鋁層 204 亦可以是其它氮化鎵系  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$  材質，其中  $0 < x+y+z < 1$ 。

請參考第 2B 圖，接著，在氮化鋁層 204 表面依序形成氮化鎵層 206、n 型氮化鋁層 208 及氮化鋁層 210。其磊晶方式如同上述氮化鋁層 204，其中氮化鎵層 206 係以甲基聯胺與三甲基鎵為前驅物，而 n 型氮化鋁層 208 係利用高溫熱擴散或離子植入法，摻雜矽雜質形成。n 型氮化鋁層 208，係用以提供光照電子，氮化鎵層 206 則用以將氮化鋁層 208 中的自由電子與雜質分開，以提高電子的移動速率，而氮化鋁層 210 用以形成受光層。其中氮化鎵層 206、n 型氮化鋁層 208 及氮化鋁層 210 亦可以是其它氮化鎵系  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$  材質，其中  $0 < x+y+z < 1$ 。

接下來，利用微影、蝕刻方式，形成源極電極區 212 與汲極電極區 214，如第 2C 圖所示。最後，利用異向性蝕刻 (Anisotropic Etching) 方式，例如：使用氫氧化鉀 (KOH) 或氟化氫 (HF) 之濕蝕刻，以形成稜鏡狀受光層 216，再形成源極電極 212a 與汲極電極 214a，即完成本發明光控電晶



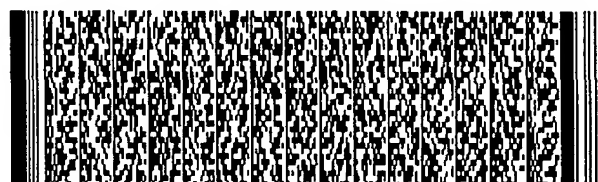
#### 五、發明說明 (7)

體之製程。

本發明的特點就在於：利用上述之製程所形成之氮化鋁層 210，係具有晶面  $\langle 100 \rangle$  及晶面  $\langle 111 \rangle$  的立方晶格。不同於傳統利用碳化矽 (SiC) 或藍寶石 (Sapphire) 為底材只能形成六角狀晶格之氮化鎵系層，當進行異向性蝕刻時，由於晶面  $\langle 100 \rangle$  蝕刻速率小於晶面  $\langle 111 \rangle$  的蝕刻速率，便可將氮化鋁層 210 蝕刻成如第 2D 圖所示之稜鏡狀受光層 216。當入射光 218 由各個角度入射到透明的稜鏡狀受光層 216，經折射後到達底下的 n 型氮化鋁層 208，會產生如第 2E 圖所示之聚光效果，可更有效激發光電子，提高光控電晶體之靈敏度。

本發明的另一重點是利用氮化鎵層 206 與 n 型氮化鋁層 208 作異質接合，由於兩種材質不同的帶隙寬度，形成一個狹窄的位能井，寬帶隙的 n 型氮化鋁層 208 中受光激發的電子，會落入窄帶隙氮化鎵層 206 的位能井中，因此在源極電極 212a 與汲極電極 214a 之間加偏壓下，氮化鎵層 206 接近 n 型氮化鋁層 208 的接面處，會形成高速移動的二維電子氣 220，電子移動率  $\mu > 2000 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 。因此，不需要閘極偏壓，可直接利用光照來進行電晶體之開關或放大器之操作，並提供高功率及高效能之應用。

上述之 n 型氮化鋁層 208 亦可以是 p 型氮化鋁層，用以形成二維電洞氣 (Two Dimensional Hole Gas; 2DHG)，仍可達到上述高速電流傳導之效果，因此，亦不脫離本發明之範圍。



#### 五、發明說明 (8)

請參考第 3A 圖，上述形成稜鏡狀受光層 216 之步驟，亦可先在 n 型氮化鋁層 208 形成後，先進行微影、蝕刻，以形成源極電極區 310 與汲極電極區 312。接著，利用二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 作光罩，蓋住源極電極區 310 與汲極電極區 312，再於 n 型氮化鋁層 208 表面，進行氮化鋁之選擇性磊晶

(Selective Epitaxy)，以形成稜鏡狀受光層 314，最後形成源極電極 310a 與汲極電極 312a，即完成光控電晶體之製程，如第 3B 圖所示。其中選擇性磊晶方式，係利用本發明製程所形成的氮化鋁層具有  $\langle 100 \rangle$  與  $\langle 111 \rangle$  晶面，因此，控制適當的溫度與壓力，可使得磊晶時晶體橫向成長速率小於縱向成長速率，便可形成稜鏡狀之受光層 314。

另外，本發明之光控電晶體亦可在 n 型氮化鋁層 208 上先形成一層二氧化矽層 410，如第 4A 圖所示，再對二氧化矽層 410 作微影、蝕刻以定義出複數個閘極電極區 412，並利用微影、蝕刻方式形成源極電極區 414 與汲極電極區 416，如第 4B 圖所示。接著，利用上述選擇性磊晶技術，形成複數個氮化鋁材質之稜鏡受光層 418，最後，將閘極電極區 412 之二氧化矽蝕刻掉，形成複數個閘極電極 420 以及源極電極 414a 與汲極電極 416a，如第 4C 圖所示。

如上所述，當光照於氮化鋁層 206 中產生電流時，可於上述複數個閘極電極 420 上加負偏壓，增加電流的強度，當光照停止時，於上述複數個閘極電極 420 上加正偏壓，可使得 n 型氮化鋁層 208 中的電子被吸向閘極電極 420，造成氮化鋁層 206 中的導電通道消失，截斷電流。避免了傳統



#### 五、發明說明 (9)

光電元件在光照消失時尚存在的殘餘電流 (Dark Current)，因此，增加光控電晶體的控制效率。

另外，也可以於複數個閘極電極區 412 形成之後，先長一層氮化鋁層 422，如第 4D 圖所示。接著，利用微影、蝕刻方式，形成源極電極區 424 與汲極電極區 426，同時蝕刻掉複數個閘極電極區 412 上方的氮化鋁部份，如第 4E 圖所示，再利用上述異向性蝕刻，形成複數個稜鏡受光層 428，並蝕刻掉閘極電極區 412 之二氧化矽，以形成複數個閘極電極 430，最後，形成源極電極 424a 與汲極電極 426a，即完成光控電晶體之製程，如第 4F 圖所示。

本發明上述實施例所揭露之光控電晶體，其特點在於使用抗高溫、高壓的氮化鎵系材質，利用磷化硼作緩衝層以形成具有立方晶格的氮化鎵系層，即可順利地形成稜鏡狀受光層取代傳統之閘極電極，以直接接收入射光，可提高光控電晶體的靈敏度，並利用摻雜的氮化鎵系層與未經摻雜的氮化鎵系層作異質接合，產生高速二維電子氣，提高光控電晶體之功率及效能，若再配合閘極電極的設計，更可消除傳統光電元件的殘餘電流，提高光電控制之效率。

綜上所述，雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

### 【圖式簡單說明】

第 1圖繪示習知光電積體電路的結構剖面圖；

第 2A圖至第 2D圖繪示依照本發明一較佳實施例的光控電晶體之製造流程；

第 2E圖繪示第 2D圖中稜鏡狀受光層之聚光作用示意圖；

第 3A圖及第 3B圖繪示依照本發明一較佳實施例的光控電晶體中稜鏡狀受光層之另一製造流程；

第 4A圖至第 4C圖繪示依照本發明一較佳實施例的光控電晶體中形成複數個閘極電極及複數個稜鏡狀受光層之製造流程；以及

第 4D圖至第 4F圖繪示第 4C圖中複數個閘極電極及複數個稜鏡狀受光層的另一製造流程。

### 圖式標號說明

10、202：緩衝層

11：基板

12：光二極體

12a：n型氮化鎵層

12b：p型氮化鎵層

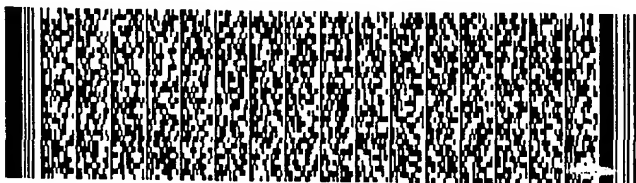
13：n型矽底材

14：金屬半導體場效電晶體

14a、212a、310a、414a、424a：源極電極

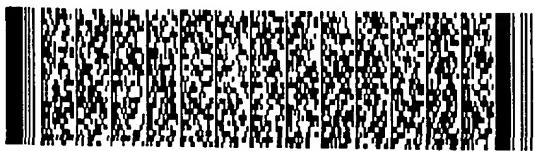
14b、420、430：閘極電極

14c、214a、312a、416a、426a：汲極電極



圖式簡單說明

- 15: p型源極區
- 16: 導線
- 17: p型汲極區
- 18a: n極電極
- 18b: p極電極
- 19、218: 入射光
- 200: 矽基底
- 204、210、422: 氮化鋁層
- 206: 氮化鎵層
- 208: n型氮化鋁層
- 212、310、414、424: 源極電極區
- 214、312、416、426: 汲極電極區
- 216、314、418、428: 稜鏡狀受光層
- 220: 二維電子氣
- 410: 二氧化矽層
- 412: 閘極電極區





## 六、申請專利範圍

1.一種光控電晶體之製造方法，該光控電晶體用以接收一入射光，並產生一電子流，其製造方法包括：

形成一矽基底；

利用鹵化物氣相磊晶法，形成一磷化硼緩衝層；

利用金屬有機化學氣相沉積法，依序形成一第一氮化鋁層、一氮化鎵層以及一n型氮化鋁層；

利用金屬有機化學氣相沉積法，形成一第二氮化鋁層；

利用微影及蝕刻方式，形成一源極電極區及一汲極電極區；

對該第二氮化鋁層進行蝕刻，以形成一稜鏡狀受光層；以及

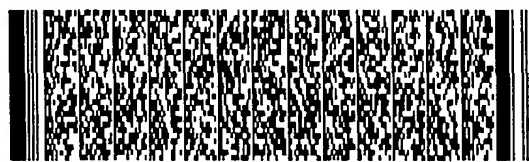
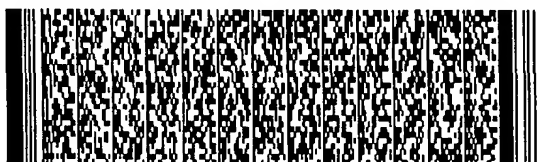
形成一源極電極及一汲極電極；

其中該稜鏡狀受光層聚集該入射光光束後，激發該n型氮化鋁層中之電子，並於該氮化鎵層中形成該電子流。

2.如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該磷化硼層的厚度約為4000nm至5000nm之間。

3.如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該第二氮化鋁層係為具有<100>與<111>晶面之立方晶格半導體層。

4.如申請專利範圍第3項所述光控電晶體之製造方法，其中該對第二氮化鋁層進行蝕刻之步驟中，該第二氮化鋁層<100>晶面之蝕刻速率小於<111>晶面之蝕刻速率，因而形成該稜鏡狀受光層。



## 六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該第一氮化鋁層、該氮化鎵層、該n型氮化鋁層以及該第二氮化鋁層亦可以是其它氮化鎵系  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$  材質，其中  $0 < x + y + z < 1$ 。

6. 如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該電子流係為一高速二維電子氣。

7. 如申請專利範圍第6項所述光控電晶體之製造方法，其中該n型氮化鋁層係為一寬帶隙氮化鋁層，且該氮化鎵層為一窄帶隙氮化鎵層。

8. 如申請專利範圍第7項所述光控電晶體之製造方法，其中該入射光激發該寬帶隙氮化鋁層中的電子，落入該窄帶隙氮化鎵層，形成該高速二維電子氣。

9. 如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該n型氮化鋁層亦可以是一p型氮化鋁層。

10. 如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方法，其中該形成n型氮化鋁層步驟之後，亦可先進行微影、蝕刻以形成該源極電極區及該汲極電極區，再進行氮化鋁之選擇性磊晶，以形成該稜鏡狀受光層，最後再形成該源極電極及該汲極電極。

11. 如申請專利範圍第10項所述光控電晶體之製造方法，其中該選擇性磊晶，係控制適當的溫度及氣壓，使得晶體橫向成長速率小於縱向成長速率，以形成該稜鏡狀受光層。

12. 如申請專利範圍第1項所述光控電晶體之製造方



#### 六、申請專利範圍

法，其中該形成 n 型氮化鋁層步驟之後，亦可先形成一二氧化矽層，接著，進行微影、蝕刻以形成複數個閘極電極區，並形成該源極電極區及該汲極電極區，最後進行氮化鋁之選擇性磊晶，形成複數個稜鏡狀受光層，再蝕刻掉該些閘極電極區之二氧化矽，並形成複數個閘極電極以及該源極電極與該汲極電極。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述光控電晶體之製造方法，其中該形成複數個閘極電極區之後，亦可先形成一氮化鋁層，再進行微影、蝕刻以形成源極電極區與汲極電極區，接著蝕刻掉該些閘極電極區上的該氮化鋁層部份，最後，將剩餘的該氮化鋁層部份蝕刻成複數個稜鏡狀受光層，再蝕刻掉該些閘極電極區之二氧化矽，並形成複數個閘極電極以及該源極電極與該汲極電極。

14. 一種光控電晶體之結構，該光控電晶體用以接收一入射光，並產生一電子流，其結構包括：

- 一矽基底；
- 一磷化硼緩衝層，係形成於該矽基底之上；
- 一第一氮化鋁層，係形成於該磷化硼緩衝層之上；
- 一氮化鎳層，係形成於該第一氮化鋁層之上；
- 一源極電極、一 n 型氮化鋁層以及一汲極電極，係形成於該氮化鎳層之上，其中該 n 型氮化鋁層位於該源極電極與該汲極電極之間；以及

一稜鏡狀受光層，係形成於該 n 型氮化鋁層之上。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述光控電晶體之結構，



#### 六、申請專利範圍

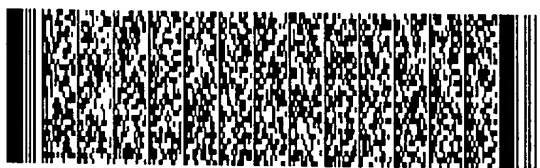
其中該稜鏡狀受光層是氮化鎵系  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$  材質，其中  $0 < x+y+z < 1$ 。

16.如申請專利範圍第14項所述光控電晶體之結構，其中該第一氮化鋁層、該氮化鎵層以及該n型氮化鋁層亦可以是其它氮化鎵系  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$  材質，其中  $0 < x+y+z < 1$ 。

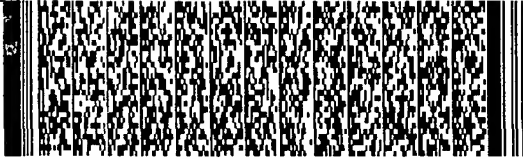
17.如申請專利範圍第14項所述光控電晶體之結構，其中該磷化硼層的厚度約為4000nm至5000nm之間。

18.如申請專利範圍第14項所述光控電晶體之結構，其中該電子流係為一位於該氮化鎵層之高速二維電子氣。

19.如申請專利範圍第14項所述光控電晶體之結構，其中該n型氮化鋁層亦可以是一p型氮化鋁層。



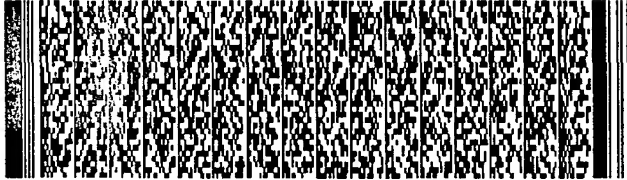
第 1/19 頁



第 2/19 頁



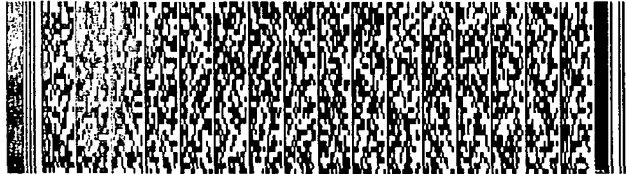
第 3/19 頁



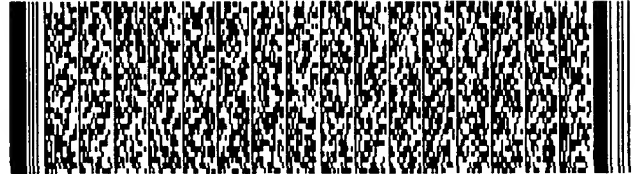
第 4/19 頁



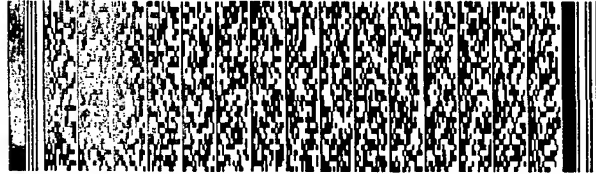
第 5/19 頁



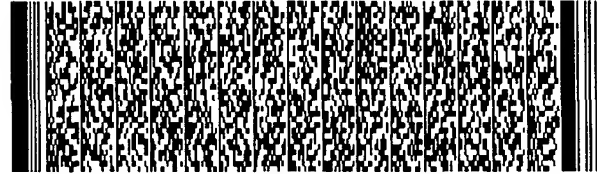
第 5/19 頁



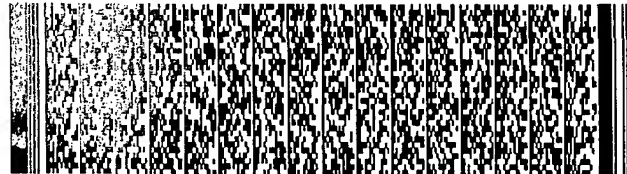
第 6/19 頁



第 6/19 頁



第 7/19 頁



第 7/19 頁



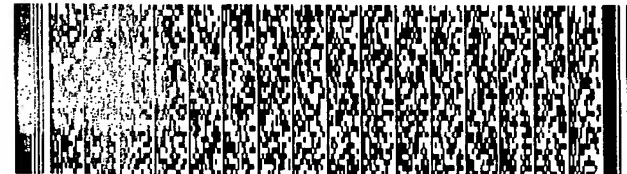
第 8/19 頁



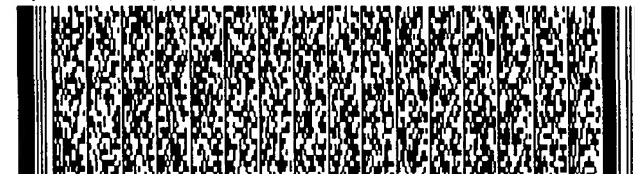
第 8/19 頁



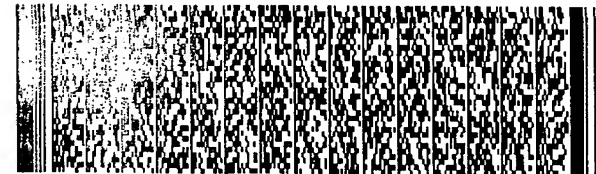
第 9/19 頁



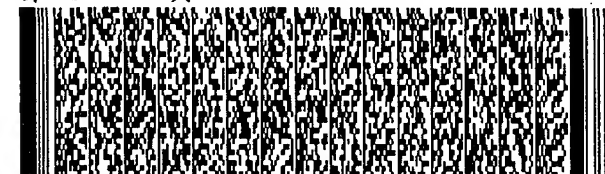
第 9/19 頁



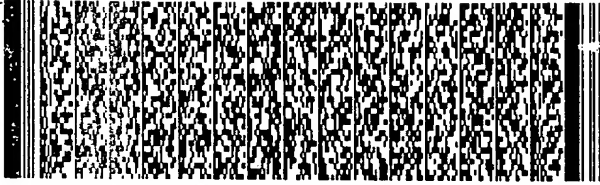
第 10/19 頁



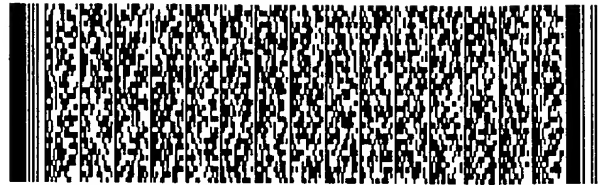
第 10/19 頁



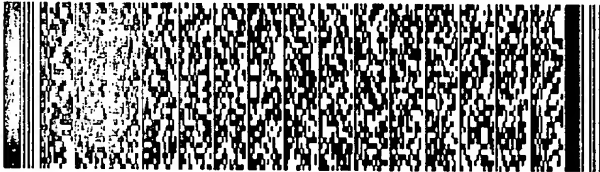
第 11/19 頁



第 11/19 頁



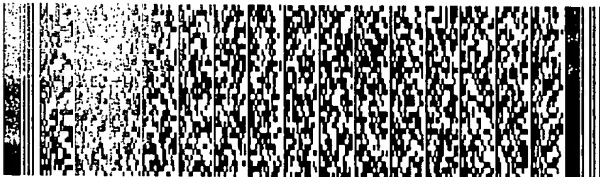
第 12/19 頁



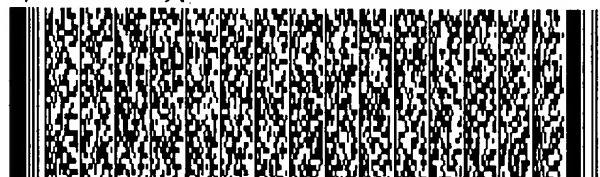
第 12/19 頁



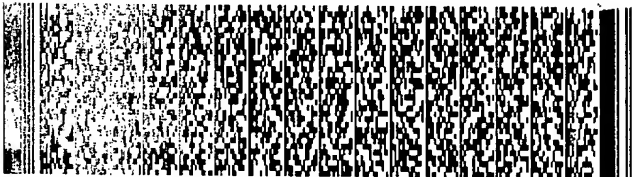
第 13/19 頁



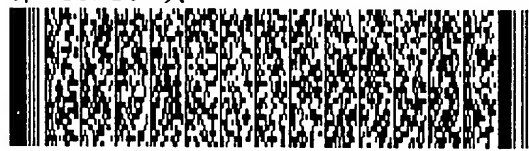
第 13/19 頁



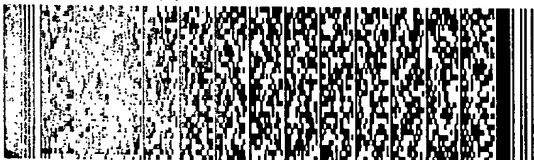
第 14/19 頁



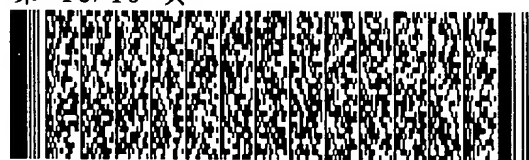
第 15/19 頁



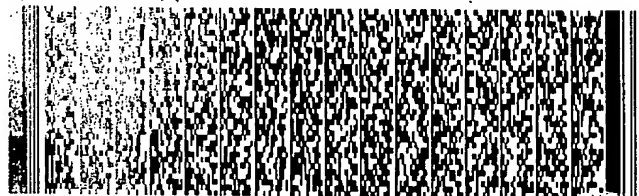
第 16/19 頁



第 16/19 頁



第 17/19 頁



第 18/19 頁

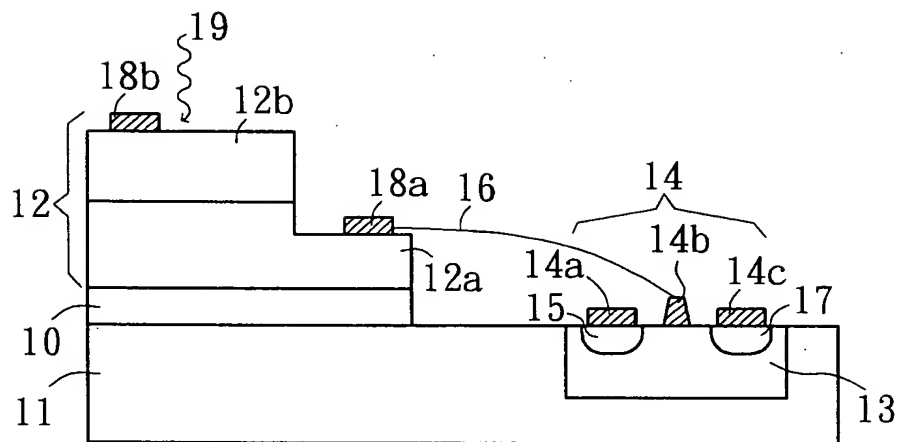


第 18/19 頁

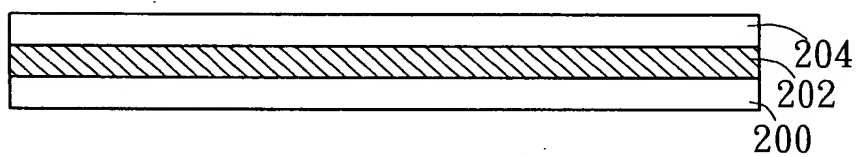


第 19/19 頁

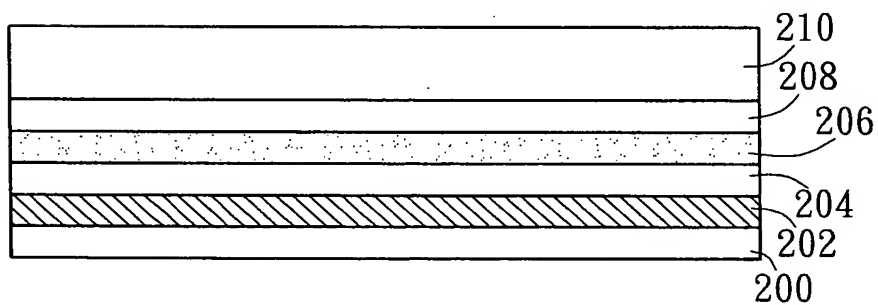




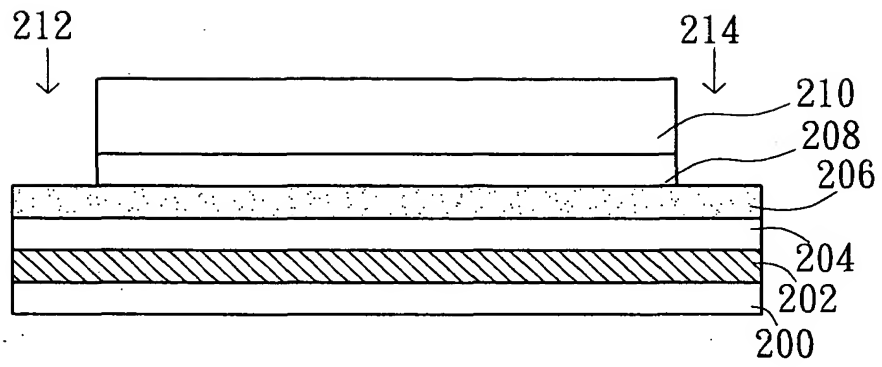
第 1 圖



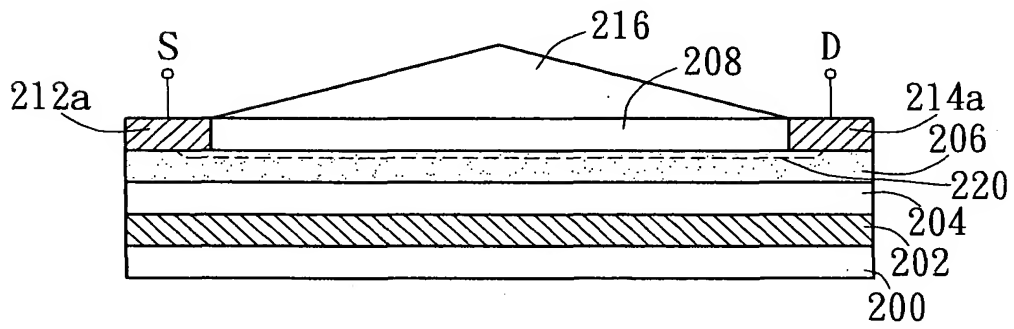
第 2A 圖



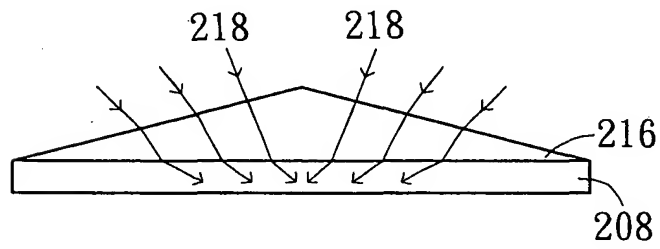
第 2B 圖



第 2C 圖

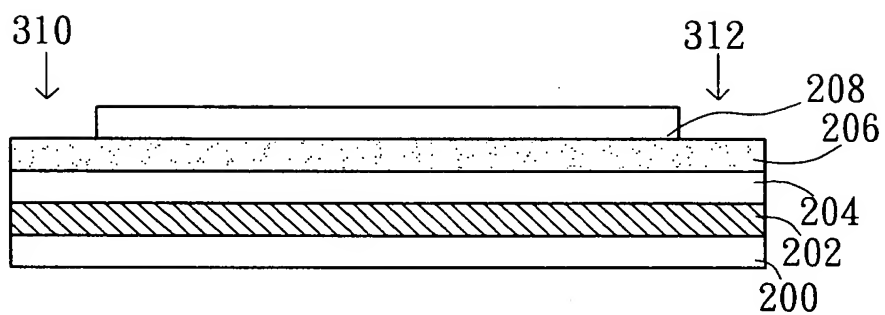


第 2D 圖

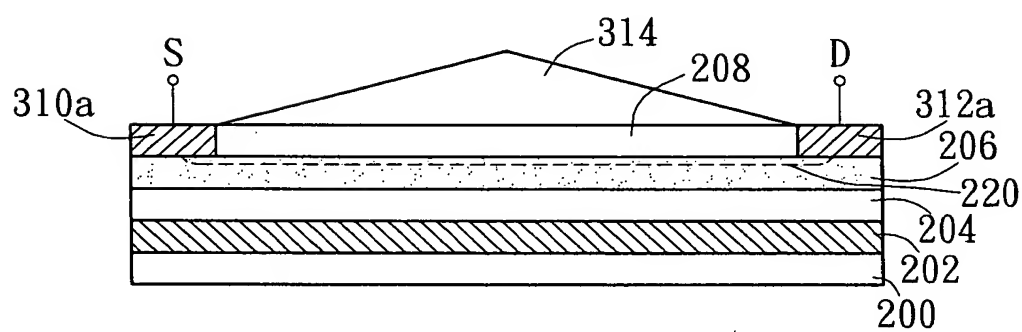


第 2E 圖

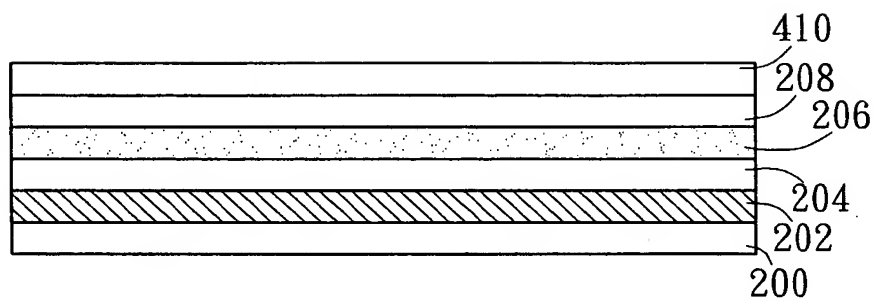




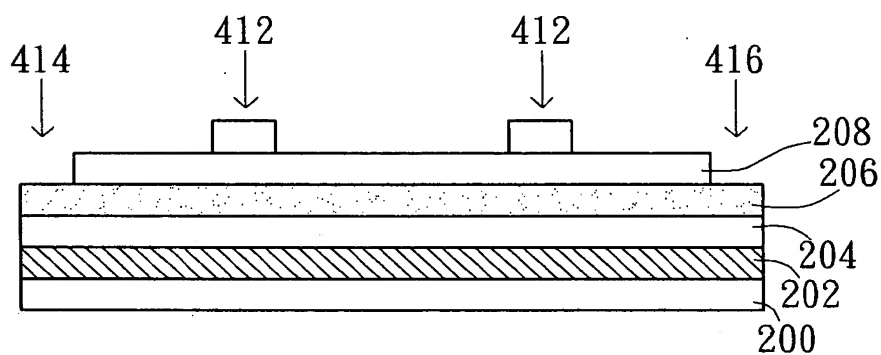
第 3A 圖



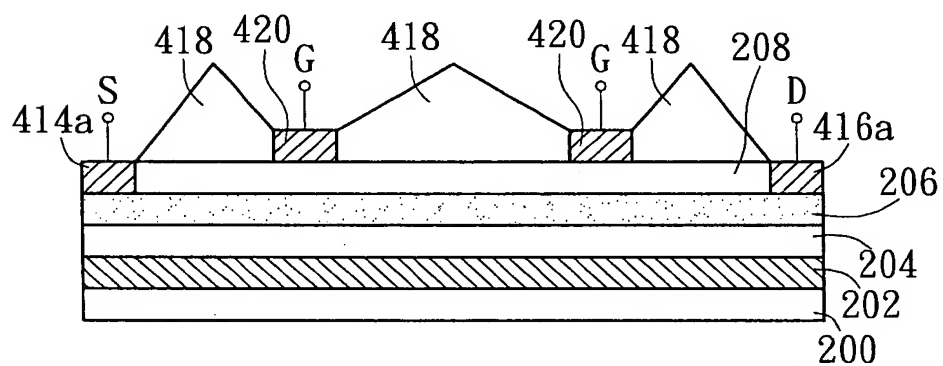
第 3B 圖



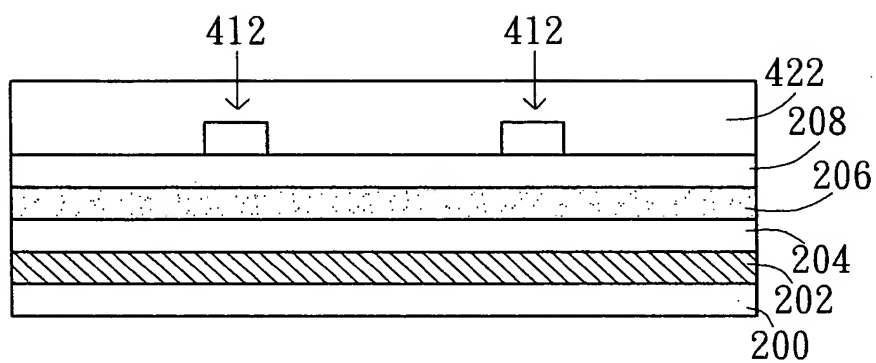
第 4A 圖



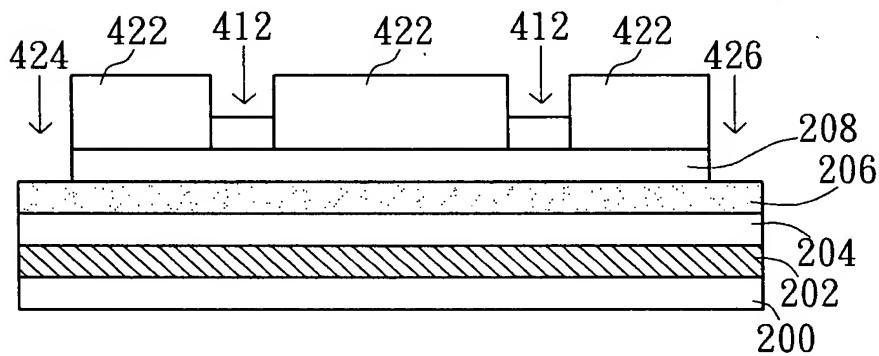
第 4B 圖



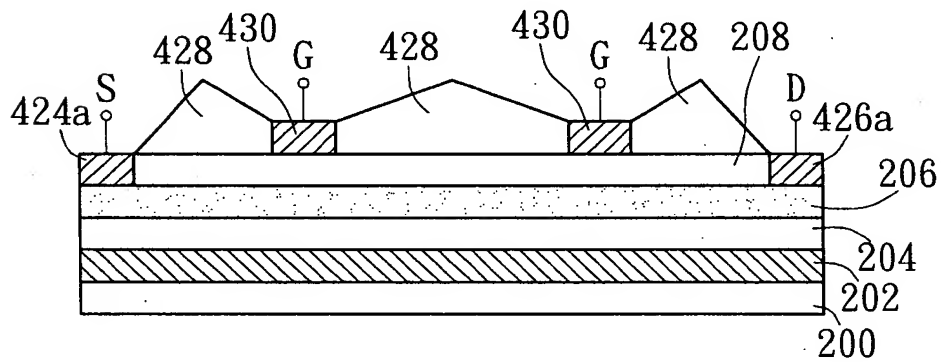
第 4C 圖



第 4D 圖



第 4E 圖



第 4F 圖